

**Διδακτικό σενάριο:** Ένα ιστορικό πείραμα με σύγχρονα μέσα. Ο Δίσκος του Νεύτωνα με Arduino

## **Περιεχόμενα**

1. ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ
2. ΣΚΟΠΟΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ - ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
3. ΣΚΕΠΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟΥ – ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ/ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ
4. ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ
5. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ
6. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ
7. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ
8. ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ - ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΔΙΚΤΥΟΓΡΑΦΙΑ
10. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 1. ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

**Τίτλος:** Ένα ιστορικό πείραμα με σύγχρονα μέσα. Ο Δίσκος του Νεύτωνα με Arduino

**Δημιουργός:** Αρτεμησία Στούμπα, Αριστοτέλης Γκιολμας, Ανθιμος Χαλκίδης, Βασιλίνα Ψωμά, Ηλίας Μπόϊκος

**Τάξη:** Β' Γυμνασίου, Γ Γυμνασίου, Α,Β,Γ Λυκείου, Φοιτητές Παιδαγωγικών Σχολών

**Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές:**

Γνωστικό αντικείμενο: ΦΥΣΙΚΗ, ΠΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

**Χρονική διάρκεια:** 6 διδακτικές ώρες

### 2. ΣΚΟΠΟΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ - ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

**Σκοπός σεναρίου:** να διαπιστώσουν εμπειρικά την μίξη των χρωμάτων για την παραγωγή λευκού φωτός, εφαρμόζοντας γνώσεις και δεξιότητες Φυσικού Προγραμματισμού.

<b>ΠΜΑ: Μετά από την ολοκλήρωση του σεναρίου οι μαθητές/τριες πρέπει να είναι σε θέση να:</b>	
1	Να συσχετίζουν την παραγωγή του λευκού με την γωνιακή ταχύτητα του δίσκου
2	Να περιγράφουν το διαφορετικό αποτέλεσμα που δίνει ο δίσκος με τα 6 χρώματα από εκείνον με τα 7 χρώματα
3	Να αναλύουν προβλήματα σε υποπροβλήματα, ώστε να αντιμετωπίζονται ευκολότερα κατασκευαστικά και αλγοριθμικά
4	σχεδιάζουν, δημιουργούν, εκσφαλμάτων και βελτιώνουν προγράμματα στο πλαίσιο υλοποίησης αλγορίθμων ή έργων δημιουργικής έκφρασης με απλές μεταβλητές
5	υιοθετούν θετική στάση και εκδηλώνουν επιμονή, προσήλωση και αίσθηση αυτεπάρκειας έναντι της κατανόησης και της επίλυσης προβλημάτων

### 3. ΣΚΕΠΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟΥ – ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ/ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Οι μαθητές μέσω της σχολικής επιστήμης γνωρίζουν πολλά σημαντικά για την ιστορία της επιστήμης πειράματα και πειραματικές διατάξεις. Στα σύγχρονα ερευνητικά εργαστήρια οι τεχνολογίες της ρομποτικής και του Φυσικού προγραμματισμού δίνουν τη δυνατότητα για ακρίβεια και επαναληψιμότητα. Εδώ οι μαθητές συνδυάζουν τα δύο αναπαράγοντας ένα ιστορικό πείραμα με χρήση σύγχρονων τεχνολογικών μέσων.

Επιπλέον: Οι μαθητές/τριες στην καθημερινή τους ζωή έρχονται σε επαφή με ένα πλήθος αυτοματισμών, που τους δέχονται ως δεδομένους χωρίς να μπορούν να τους καταστρέψουν και να τους ξαναδημιουργήσουν ώστε να κατανοήσουν τον τρόπο λειτουργίας τους.

Μέσα από το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο, επιχειρείται η παρουσίαση διατάξεων φυσικού προγραμματισμού, τις οποίες οι μαθητές/τριες θα κατασκευάσουν και θα προγραμματίσουν ώστε να επιλύσουν ένα αυθεντικό πρόβλημα της σχολικής επιστήμης.

Η όλη διαδικασία γίνεται σε ένα πλαίσιο «κατασκευαστικιστικό» όπου οι δημιουργίες μοιράζονται με όλη την τάξη και επιδέχονται τροποποιήσεις αποδομήσεις και ανακατασκευές ώστε η γνώση να αποκτάται εμπειρικά ως ένα μοιρασμένο κοινωνικό αγαθό.

#### **4. ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ**

Οι μαθητές/τριες για να μπορούν να υλοποιήσουν το διδακτικό σενάριο χρειάζεται να:

- Γνωρίζουν να χρησιμοποιούν το προγραμματιστικό περιβάλλον IDE Arduino για να ανεβάζουν στον μικροελεγκτή έτοιμα προγράμματα (σχέδια του Arduino).
- Να τροποποιούν έτοιμα σενάρια και να τα εσκαφαλμάτων.
- Να μπορούν να κατασκευάζουν και να ελέγχουν πρόγραμματιστικά απλά κυκλώματα.

#### **5. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ**

- εργαστήριο Η/Υ
- Μικροελεγκτής Arduino breadboard καλώδια αντιστάσεις 220Ω αλλά και διαφορετικών τιμών , φωτοαντιστάσεις, leds, Mosfet, μοτερακια, ποτενσιόμετρα.
- Προγραμματιστικό περιβάλλον IDE Arduino
- Εκτυπωτής για εκτύπωση των πολύχρωμων δίσκων.

#### **6. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ**

- ☐ Κατασκευαστικός εποικοδομισμός (constructionism), Seymour Papert
- ☐ «μαθαίνω κατασκευάζοντας» (learning by making ή learning by design)
- ☐ Κοινωνικός εποικοδομισμός που στηρίζεται στην θεωρία του Vygotsky.
- ☐ Ο προγραμματισμός ως αναδυόμενος γραμματισμός.
- ☐ Βασικοί στόχοι της προσέγγισης:
  - α) η πειραματική ανακάλυψη της λειτουργίας του δίσκου του Νεύτωνα
  - β) η κατασκευή σχετικά απλής ηλεκτρονικής πειραματικής διάταξης για την διεξαγωγή του πειράματος.
  - γ) η επίλυση προβλημάτων μέσω χειρισμού και κατασκευών πραγματικών αντικειμένων

δ) η κοινωνικοποίηση (ανθρώπινη συνεργασία, αλληλεπίδραση και προώθηση της σκέψης μέσω γνωστικών και κοινωνικο-γνωστικών συγκρούσεων) και

ε) η πρόσκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων που συνδέονται με πολλά γνωστικά αντικείμενα (προώθηση της διεπιστημονικής και της διαθεματικής προσέγγισης)

## **7. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ**

### ***Φάση 1: Εισαγωγή στο πρόβλημα: δοκιμή μιας έτοιμης κατασκευής (1<sup>η</sup> -2<sup>η</sup> ώρα)***

Στους μαθητές δίνεται μια έτοιμη κατασκευή όπου με τη χρήση ενός ποτενσιομετρου ελέγχεται η ταχύτητα περιστροφής ενός μοτέρ και η φωτεινότητα ενός led (το led προστέθηκε επειδή είναι οικείο στους μαθητές και η μεταβολή της φωτεινότητας παρατηρείται πιο εύκολα από τη μεταβολή της περιστροφής του μοτέρ).

Οι μαθητές μπορούν να περιεργαστούν και να τροποποιήσουν την κατασκευή και τον κώδικα που την ελέγχει ώστε να καταλάβουν τον τρόπο λειτουργίας της.

Κατόπιν οι μαθητές καλούνται να προσαρμόσουν στη συσκευή ένα δίσκο του Νεύτωνα, ώστε να αναγνωρίσουν τις δυνατότητες που προσφέρει η κατασκευή σε σχέση με την κλασική χειροκίνητη διάταξη (π.χ. τη δυνατότητα να κρατάμε σταθερή την ταχύτητα).

Το δίσκο μπορούν οι μαθητές να τον τυπώσουν οι ίδιοι αν υπάρχει εκτυπωτής για χαρτόνι στο σχολείο τους, αλλιώς οι δίσκοι θα τους δοθούν τυπωμένοι κι εκείνοι μόνο θα τους κόψουν και θα τους κολλήσουν στο μοτέρ.

Κατόπιν καλούνται να δοκιμάσουν το στροφόμετρο.

Τέλος τους δίνονται τα δυο βασικά ερωτήματα που έχουν να διερευνήσουν (στην επόμενη φάση):

- a. Ποια είναι η διαφορά στην οπτική αίσθηση που δίνει η περιστροφή του δίσκου των έξι χρωμάτων με αυτήν του «κλασικού» δίσκου του Νεύτωνα.
- b. Τί ρόλο παίζει η ταχύτητα περιστροφής στην οπτική αίσθηση που αποκτάμε από τους δυο δίσκους;

Ιδανικά οι μαθητές θα πρέπει να δουλεύουν σε ομάδες που θα σχηματίζονται και θα μεταβάλλονται αυθόρμητα, παίρνοντας υλικά από μια κοινή «δεξαμενή» στο κέντρο της τάξης.

### ***Φάση 2 Πρόβλημα: υλοποίηση και προγραμματισμός κατασκευής με δύο δίσκους (3<sup>η</sup> -4<sup>η</sup> ώρα)***

Ο εκπαιδευτικός προτείνει τώρα στους μαθητές να περάσουν στη δεύτερη φάση, της κατασκευής μια διάταξης με δυο μοτέρ και δίσκους ώστε να μπορεί ταυτόχρονα να γίνεται σύγκριση του οπτικού αποτελέσματος της περιστροφής των δίσκων (ένας με 7 χρώματα κι ένας με έξι).

Οι μαθητές είναι ελεύθεροι να σχεδιάσουν την μηχανή τους όπως αυτοί θέλουν και να την προγραμματίσουν όπως αυτοί θέλλουν ακόμη και να αλλάξουν προγραμματιστικό περιβάλλον.

Καθ' όλη την διάρκεια της φάσης αυτής ο εκπαιδευτικός δρα διακριτικά ως εμπυχωτής διευκολυντής, ενώ οι ομάδες επικοινωνούν ώστε οι καινούργιες γνώσεις και εμπειρίες να εμπεδώνονται ως κοινωνικά αποκτημένα και διαμοιρασμένα αγαθά. Συγκεκριμένα:

- Ο Εκπαιδευτικός είναι διακριτικά εκεί για παροχή βοήθειας τόσο στην κατασκευή των κυκλωμάτων όσο και στην εκσφαλμάτωση των προγραμμάτων.
- Οι ομάδες ιδανικά ανταλλάσσουν ιδέες και κατασκευές **και σε αυτή τη φάση**

### **Φάση 3. Παρουσίαση έργων, αναστοχασμός και συζήτηση στην τάξη(5η ώρα)**

- Οι μαθητές εκθέτουν τα συμπεράσματά τους σχετικά με τα δύο βασικά ερωτήματα (σχέση ταχύτητας περιστροφής και μίξης χρωμάτων, ο ρόλος του 7<sup>ου</sup> χρώματος στο δίσκο του Νεύτωνα)

Κατόπιν:

- Οι μαθητές/τριες παρουσιάζουν τα έργα τους στην ολομέλεια της τάξης και αιτιολογούν τις επιλογές τους
- Αναφέρουν αν κάτι τους δυσκόλεψε ή αν κάτι πρέπει να βελτιωθεί για να δουλεύει καλύτερα
- Δέχονται ανατροφοδότηση από τους/τις συμμαθητές/τριες τους και τον/την εκπαιδευτικό, ώστε αν χρειάζεται να προχωρήσουν σε βελτιώσεις
- Παρατηρούν ακόμα τις λύσεις των συμμαθητών τους, βλέπουν διαφορετικές ιδέες και αναστοχάζονται τη δική τους εργασία.

### **Φάση 6. Μεταγνωστικές δραστηριότητες(8η ώρα)**

Οι μαθητές/τριες καλούνται να απαντήσουν στις ερωτήσεις:

- Τι έμαθα από αυτή την εργασία;
- Τι μου τράβηξε την προσοχή;
- Τι ερωτήσεις έχω ακόμη αναπάντητες σχετικά με την λειτουργία των ηλεκτρονικών στοιχείων που χρησιμοποίησα;
- Που θα μπορούσαν όλα αυτά να φανούν χρήσιμα;
- Πώς θα εφαρμόσω αυτή τη νέα γνώση;

## 7 . ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΔΙΚΤΥΟΓΡΑΦΙΑ

S. Papert, and I. Harel, "Situating Constructionism", in "Constructionism", S. Papert, and I. Harel Eds. Ablex Publishing, NJ, 1991, pp. 1–11.

Γ. Πανσεληνάς. (2010). ««Πληροφορικός αλφαριθμητισμός» στο σύγχρονο ελληνικό σχολείο.» [Online]. Ανακτήθηκε στις 14-01-2022 από: <http://plirancrete.blogspot.com/2010/03/blog-post.html>

A. Λαδιάς, Β. Καψιμάλη, Β. Ρεπάντης, Μ. Σκιαδέλη, Α. Χαλκίδης, και, Α. Γκιόλμας, "Χρήση logo-like Προγραμματιστικών Περιβαλλόντων στη Διδασκαλία της Πληροφορικής στην Α/θμια και στη Β/θμια Εκπαίδευση", παρουσίαση στο 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής (ΠΕΚΑΠ) «Η Πληροφορική στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Ο ρόλος του καθηγητή Πληροφορικής στο Νέο Σχολείο», ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, 1-3 Απριλίου, 2011. Ανακτήθηκε στις 14-01-2022 από: <http://synedrio.pekap.gr/praktika/5o/pdkap.sch.gr/praktika/eisigiseis.html>

SM. U. Bers, "Coding as another language: a pedagogical approach for teaching computer science in early childhood", *J. Comput. Educ.*, Vol. 6, pp.499–528, September 2019. Available: <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00147-3>

J. V. Wertsch, *Voices of the Mind: A Sociocultural Approach to Mediated Action*, Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1991.

J. Tudge, "Vygotsky, the zone of proximal development, and peer collaboration: Implications for classroom practice", in L. Vygotsky and education: Instructional implications and applications of sociohistorical psychology, Ed. C. Moll, New York, Cambridge University Press, 1992, pp. 155-172.

D. Jarrett. (1997). *Inquiry strategies for science and mathematics learning*. Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory. [Online]. Available: <http://educationnorthwest.org/sites/default/files/inquiry-strategies-science-math.pdf> [on 06.05.2018].

M. Przybylla, and R. Romeike, "Physical Computing and its Scope - Towards a Constructionist Computer Science Curriculum with Physical Computing", *Informatics in Education*, vol. 13 (2), pp. 241-254, September 2014.

A. Emvalotis, A. Stoumpa, A. Nikolou, and A. Cheilas, "STEM Education in Primary School: Applying the Social Cognitive Approach to an Educational Programming Environment", Paper presented at the 2nd International Conference on Innovating STEM Education Athens, June 22-24, 2018.

J. Culkin (2011). "Arduino". [Online]. Ανακτήθηκε στις 25-01-2022 από: [https://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino\\_comic\\_v0004/index.pdf?\\_gl=1\\*l0xgmh\\*\\_ga\\*MTA2NzAxNzMy4xNjQzMjI1xMTUz\\*\\_ga\\_NEXN8H46L5\\*MTY0MzEyMTE1My4xLjEuMTY0MzEyMzQ2Mi4w](https://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino_comic_v0004/index.pdf?_gl=1*l0xgmh*_ga*MTA2NzAxNzMy4xNjQzMjI1xMTUz*_ga_NEXN8H46L5*MTY0MzEyMTE1My4xLjEuMTY0MzEyMzQ2Mi4w)

ARDX Experimenter's Guide for Arduino. [Online]. Ανακτήθηκε στις 25-01-2022 από: <https://content.instructables.com/ORIG/F81/6XIK/FVW22MXM/F816XIKFVW22MXM.pdf>

## 8 . ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Ομάδα: .....

Υλικά: Arduino, καλώδιο usb για συνδεση με τον υπολογιστή, μπαταρία 4,5V , καλώδια, led, breadboard, αντιστάσεις 220Ω, άλλες αντιστάσεις, Mosfets, μοτεράκια, εκτυπωτής για χαρτόνι, χαρτόνι.

- 1) Σας δίνεται μια (σχεδόν) έτοιμη πειραματική διάταξη. Και το πρόγραμμα (σχέδιο IDE) με το οποίο μπορείτε να την ελέγχετε.  
Α) από πια μέρη αποτελείται η κατασκευή;

Β) Διαβάστε το πρόγραμμα. Μπορείτε να καταλάβετε ποια μέρη του κώδικα ελέγχουν ποια στοιχεία της κατασκευής;

- 2) Πειραματιστείτε αλλάζοντας την κατασκευή και τον κώδικα όπως σας αρέσει.

- 3) Από το βιβλίο της Φυσικής (Γ Γυμνασίου) αντιγράψτε κι εκτυπώστε το Δίσκο του Νεύτωνα.  
Προσαρμόστε τον στο μοτέρ ώστε να περιστρέφεται.

- 4) Συζητήστε στην τάξη: Τί βλέπετε όταν ο δίσκος περιστρέφεται αργά; Τί βλέπετε όταν ο δίσκος περιστρέφεται γρήγορα;

- 5) Με το στροφόμετρο πειραματιστείτε να μετρήσετε την γωνιακή ταχύτητα του δίσκου για διάφορες θέσεις του ποτενσιόμετρου.



- 6) Την επόμενη φορά θα χρειαστεί να φτιάξετε μια κατασκευή με την οποία να μελετήσετε τα ακόλουθα ερωτήματα:
- a. Ποια είναι η διαφορά στην οπτική αίσθηση που δίνει η περιστροφή του δίσκου των έξι χρωμάτων με αυτήν του «κλασικού» δίσκου του Νεύτωνα.
  - b. Τί ρόλο παίζει η ταχύτητα περιστροφής στην οπτική αίσθηση που αποκτάμε από τους δυο δίσκους;

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Ομάδα: .....

.....

1 Τα βασικά μας ερωτήματα προ διερεύνηση είναι:

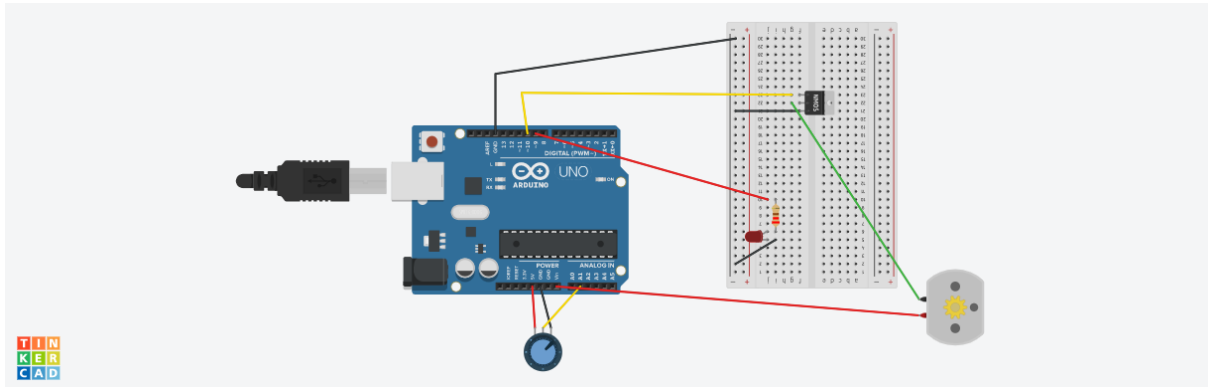
- a. Ποια είναι η διαφορά στην οπτική αίσθηση που δίνει η περιστροφή του δίσκου των έξι χρωμάτων με αυτήν του «κλασικού» δίσκου του Νεύτωνα.
- b. Τί ρόλο παίζει η ταχύτητα περιστροφής στην οπτική αίσθηση που αποκτάμε από τους δυο δίσκους;

2 Προσπαθήστε να φτιάξετε μια κατασκευή που ο κάθε δίσκος να γυρνάει με δικό του μοτέρ, γιατί το να κολλάμε και να ξεκολλάμε τους δίσκους είναι μάλλον αντιπαραγωγικό, καθώς αυτοί καταστρέφονται, αλλά και για να μπορούμε να συγκρίνουμε πιο εύκολα.

## Παράρτημα:

Σχέδια κατασκευών και κώδικες:

Αρχική κατασκευή που δίνουμε έτοιμη στους μαθητές:



Κώδικας:

fos1 §

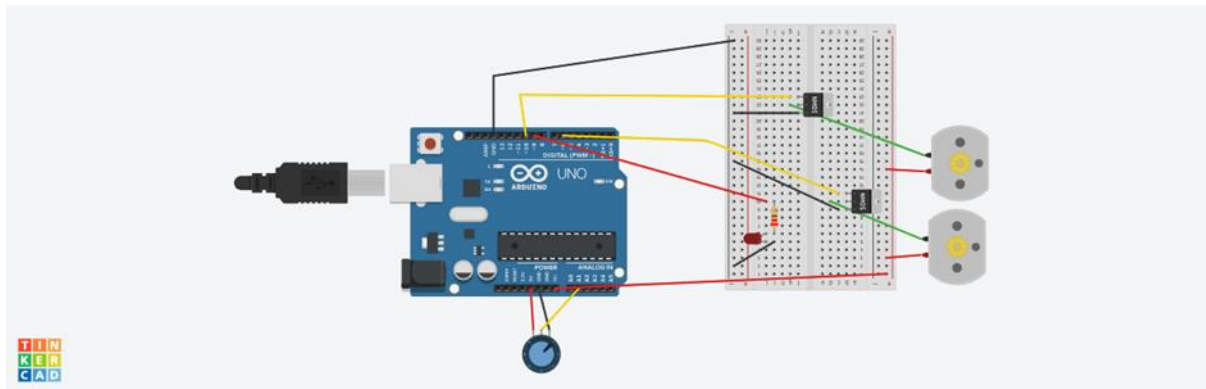
```
int metrisi=0;
int metavliti=0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  metrisi = analogRead(A1);
  metavliti = map(metrisi, 0, 1023, 0, 255);
  Serial.print(metrisi);
  Serial.print(',');
  Serial.println(metavliti);
  analogWrite(9, metavliti);
  analogWrite(10, metavliti);
  delay(500);
}
```

Τεχνουργήματα που μπορεί να προκύψουν από τους μαθητές:

1)



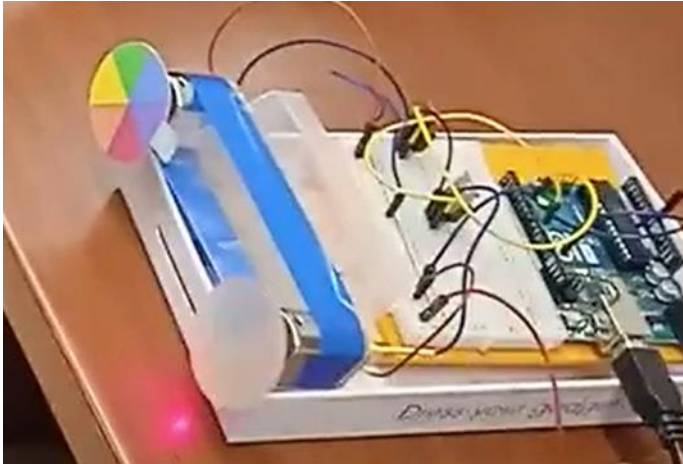
Κώδικας:

```
fos2
int metrisi=0;
int metavliti=0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  metrisi = analogRead(A1);
  metavliti = map(metrisi, 0, 1023, 0, 255);
  Serial.print(metrisi);
  Serial.print(',');
  Serial.println(metavliti);
  analogWrite(9, metavliti);
  analogWrite(6, metavliti);
  analogWrite(10, metavliti);
  delay(500);
}
```

2)



Κώδικας σε S4A:

